

Parámetros productivos y digestivos de gazapos de engorde alimentados con dietas enriquecidas con aceite de salmón

Productive and digestive parameters in fattening rabbits fed with n-3 PUFA enriched diets

Valiente V., Carro M.D., Rodríguez M., Formoso-Rafferty N., Velasco B., Astillero J.R., Rebollar P.G.*

Departamento Producción Animal, ETSI Agrónomos, UPM.

**Dirección de contacto: pilar.grebollar@upm.es*

Resumen

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar el efecto de la suplementación con ácidos grasos poliinsaturados n-3 sobre los parámetros productivos y digestivos en gazapos durante el periodo de cebo (30-60 días). Para ello se formularon dos pienso que únicamente diferían en la fuente de grasa: manteca (grupo CON) o un producto comercial a base de aceite de salmón rico en ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA). En ambos casos, el nivel de inclusión de grasa fue de 7,5 g/kg de pienso. Cada uno de los pienso se administró a 12 camadas de gazapos de 8 animales cada una. En la mitad de las camadas de cada tratamiento se determinó semanalmente el consumo de pienso (CMD) y la ganancia de peso vivo (GMD) de los animales y al final de la prueba se sacrificaron 4 animales de cada camada. En la otra mitad de las camadas, se sacrificaron 2 gazapos de cada una a los 30 (destete), 45 y 60 días de vida para analizar los parámetros de fermentación cecal y la morfología ileal. No se encontraron diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos en el CMD, GMD, índice de conversión del alimento, peso al sacrificio, peso de la canal, pH y concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ en el contenido cecal, ni en la morfología ileal (longitud de vellosidades y profundidad de criptas). Los gazapos suplementados con PUFA presentaron mayores ($P<0,001$) concentraciones de ácidos grasos volátiles en el ciego a los 30 y 45 días de edad que los gazapos control y se observó una tendencia ($P=0,062$) a este efecto a los 60 días de edad. En conclusión, la sustitución de manteca por PUFA en la dieta no afectó al rendimiento productivo de los gazapos, pero incrementó la fermentación de la digesta en el ciego.

Palabras clave: Gazapos de engorde, ácidos grasos poliinsaturados, fermentación cecal.

Abstract

The aim of this study was to determine the effect of supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on growth and digestive parameters in rabbits during the fattening period (30–60 days of age). Two diets differing in fat source were formulated: the control diet (CON) containing lard and the PUFA diet containing an n-3 polyunsaturated fatty acids supplement from salmon oil. In both diets, fat was included at 7.5 g/kg diet. Each diet was administered to 12 litters with 8 kits each. Daily feed intake (DFI) and average daily gain (ADG) were determined in half of the litters from each treatment, and at the end of the trial 4 rabbits from each litter were slaughtered. In the rest of the litters, 2 rabbits were slaughtered at 30 (weaning), 45 and 60 days of age to analyse caecal fermentation and ileum morphology. There were no differences ($P>0.05$) between diets in DFI, ADG, feed conversion rate, slaughter weight, carcass weight, pH and $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in the cecum or ileum morphology (villus length and crypt depth). Rabbits fed with the PUFA diet had greater ($P<0.001$) concentrations of volatile fatty acids in the cecum at 30 and 45 days of age compared with control rabbits, and a trend ($P=0.062$) to the same effect was observed at 60 days of age. In conclusion, the replacement of lard with PUFA in the diet did not affect the productive response of rabbits, but stimulated digesta fermentation in the cecum.

Key words: Fattening rabbits, polyunsaturated fatty acids, caecal fermentation.

Introducción

Son muchos los trabajos que actualmente señalan la gran importancia de consumir en nuestra dieta una cantidad mínima de ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA) para evitar enfermedades de naturaleza coronaria y cáncer de distintos tipos, así como para ayudar al correcto funcionamiento del sistema inmune (Calder, 2006; Trebble et al., 2003). Sin embargo, no se han realizado suficientes estudios para determinar si la suplementación con n-3 PUFA de origen marino en especies animales de interés agroalimentario como el conejo, afectaría al rendimiento productivo durante la etapa de engorde. El objetivo de este trabajo fue determinar si la suplementación de la dieta con un producto comercial basado en aceite de salmón (rico n-3 PUFA), podría influir en distintos parámetros productivos y digestivos en conejos de engorde.

Material y métodos

Se utilizaron 24 camadas, de 8 gazapos cada una, procedentes de conejas (*Oryctolagus cuniculus*) híbridas (Neozelands blanco × Californiano) que fueron alimentadas *ad libitum* con dos piensos de igual composición en ingredientes y valor nutritivo (2400 kcal ED/kg, 36 % FND y 16 % PB), pero formulados con dos fuentes de grasa diferentes durante toda su vida productiva. El pienso PUFA incluía un 1,5 % de un suplemento (50 % de extracto etéreo) a base de aceite refinado de salmón (Optomega-50, Optivite, International Ltd., España). Este suplemento consistió en una premezcla concentrada de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6, protegida con antioxidantes naturales a base de astaxantina, en un excipiente adecuado para la incorporación en piensos de conejos, que aporta 13 % de ácido docosahexaenoico (DHA; C22:6 n-3), 3 % de ácido docosapentaenoico (DAPA; C22:5 n-3), 7 % de ácido eicosapentaenoico (EPA; C20:5 n-3), 7 % de ácido octadecatetraenoico (C18:4 n-3) y 2 % de ácido linolénico (C18:3 n-3). Este suplemento se obtiene a partir de aceites refinados de salmón atlántico (100 %) y contiene 200 mg de vitamina E por kg. En el pienso control (CON) se utilizó un 0,75 % de manteca como fuente de grasa y un 0,75 % de sepiolita para igualar el contenido en extracto etéreo de los dos piensos. Los dos piensos se presentaron en forma granulada y se suministraron *ad libitum* a las conejas madres y a los gazapos durante toda la prueba experimental. Durante el ensayo se controló automáticamente el fotoperiodo (16 h luz: 8 h oscuridad), la temperatura (19-22°C) y la humedad.

Al inicio de la prueba, se seleccionaron 24 camadas (12 procedentes de conejas que recibían el pienso CON y 12 de conejas alimentadas con el pienso PUFA) y se distribuyeron en 3 bloques en función del peso vivo medio inicial: alto (784 g), medio (694 g) y bajo (619 g). Los gazapos se destetaron a los 30 días de edad y los animales de cada camada se alojaron en una jaula de dimensiones 600 × 500 × 335 mm. A continuación, 4 camadas de cada bloque fueron adjudicadas al azar a cada una de las 2 dietas (12 camadas/dieta). En la mitad de las camadas de cada grupo experimental se determinó semanalmente el peso vivo de los animales y el consumo de pienso para calcular la ganancia media diaria (GMD) y el consumo medio diario (CMD) y el índice de conversión del alimento (IC). A los 60 días de vida, 4 gazapos de cada camada se sacrificaron por dislocación cervical, se sangraron, se visceraron y se pesó la canal caliente y fría (24 h de oreo). En la otra mitad de las camadas se sacrificaron 2 animales de cada una al destete (30 días), a la mitad (45 días) y al final del cebo (60 días) en cámara hermética de CO₂ (5 minutos), para analizar la fermentación cecal. Inmediatamente tras el sacrificio se extrajo el ciego del animal, se registró su peso y se vació su contenido. El contenido del ciego se pesó, se homogeneizó, se determinó inmediatamente su pH (Crison pH Meter Basic 20) y se tomó una muestra (2 g) para determinar su contenido en materia seca (MS) mediante su secado en estufa a 60°C hasta peso constante. Asimismo, se mezclaron 2 g de contenido cecal con 2 mL de HCl 0,5 N y la mezcla se congeló (-20°C) hasta el análisis de su contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) y NH₃-N siguiendo los procedimientos descritos por Carro y Miller (1999). En los sacrificios realizados a los 45 y 60 días de edad, se cortó una pequeña porción de íleon (4 cm) próxima al ciego que se conservó en formaldehído (10 %). Posteriormente, se deshidrató, se tiñó con hematoxilina-eosina y se determinó la longitud de las vellosidades (Hampson, 1986) y la profundidad de las criptas al microscopio óptico, con la ayuda de un sistema de análisis de imágenes (ImageJ v 1.26 Wayne Rasband, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland 20892, USA).

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2001). El efecto de la inclusión de PUFA en el pienso sobre los parámetros cecales e ileales y el peso y características de la canal se analizó mediante un análisis de varianza de una vía, considerando la camada como unidad experimental, el efecto de la inclusión del suplemento PUFA como efecto fijo y el bloque como efecto aleatorio. El efecto del tratamiento experimental sobre el consumo y ganancia de peso de los gazapos se realizó con el mismo modelo, pero con medidas repetidas en el tiempo.

Resultados y discusión

No existió mortalidad en ninguna de las camadas experimentales. Como puede observarse en la Tabla 1, no se encontraron diferencias significativas entre dietas en el CMD, la GMD ni el IC. Los valores de CMD, GMD e IC durante las prime-

Tabla 1. Resultados productivos medios de gazapos alimentados con un pienso comercial (CON; n=6 camadas) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA; n=6 camadas)

	Semana				EEM ¹	P		
	1	2	3	4		Dieta	Tiempo	Dieta x Tiempo
CMD (g/d)								
CON	84,5	130,6	145,6	146,8	2,23	0,688	<0,001	0,093
PUFA	86,0	138,1	142,6	141,2				
GMD (g/d)								
CON	48,6	52,2	46,3	32,6	3,29	0,144	<0,001	0,433
PUFA	49,0	52,0	43,6	30,9				
IC (g/g)								
CON	1,75	2,50	3,15	4,44	0,065	0,127	<0,001	0,437
PUFA	1,76	2,66	3,29	4,44				

¹ EEM: error estándar de la media.

CMD: consumo medio diario. GMD: ganancia media diaria. IC: Índice de conversión.

Tabla 2. Parámetros fermentativos en el contenido cecal de conejos sacrificados a los 30, 45 y 60 días de edad alimentados con un pienso comercial (CON; n=12 gazapos) y un pienso enriquecido con ácidos grasos poliinsaturados n-3 (PUFA; n=12 gazapos)

	pH	NH ₃ -N (mg/L)	Total AGV (mmol/g)	Proporciones molares (mol/100 mol)			
				Acético	Propiónico	Butírico	Otros ²
30 d							
CON	5,78	100,9	43,8	85,4	3,59	10,1	0,95
PUFA	5,93	89,8	62,4	86,1	4,22	9,1	0,65
EEM	0,092	16,41	4,23	0,62	0,361	0,42	0,206
P =	0,224	0,505	<0,001	0,277	0,094	0,025	0,154
45 d							
CON	5,92	122,6	54,2	78,3	4,44	15,4	1,88
PUFA	5,94	121,8	86,8	78,4	4,79	15,2	1,58
EEM	0,148	14,60	3,19	0,73	0,293	0,64	0,140
P =	0,843	0,970	<0,001	0,903	0,420	0,849	0,155
60 d							
CON	5,72	91,6	72,8	73,9	5,01	19,1	2,00
PUFA	5,59	106,7	80,4	75,1	4,35	19,0	1,58
EEM	0,032	11,22	2,69	0,88	0,229	0,74	0,132
P =	0,012	0,356	0,062	0,358	0,055	0,929	0,037

¹ EEM: error estándar de la media.² calculados como la suma de isobutírico, isovalérico y valérico.

ras 3 semanas fueron similares a los encontrados por otros autores en condiciones productivas similares (Casado et al., 2013). Sin embargo, en la semana 4 se observó un estancamiento del consumo que se atribuyó a la elevada densidad de gazapos en la jaula al final del cebo, tal y como ha sido descrito por Muguerza et al. (2008). La inclusión de PUFA en la dieta no afectó ($P>0,05$) al peso al sacrificio ni al peso de la canal caliente y fría (datos no mostrados).

No hubo diferencias ($P>0,05$) entre los dos grupos de gazapos en el peso del ciego, expresado de forma absoluta (g) ni como porcentaje del peso vivo (datos no mostrados). Tampoco se observaron diferencias ($P>0,05$) entre dietas en el pH cecal y en la concentración de NH₃-N, con la excepción del pH cecal a los 60 días, que fue menor ($P=0,012$) en los gazapos que recibieron la dieta PUFA que en los que consumieron la dieta CON (Tabla 2).

La concentración de AGV totales fue mayor ($P<0,001$) en el grupo PUFA que en el control a los 30 y 45 días de edad, y se observó una tendencia ($P=0,062$) a este mismo efecto a los 60 días edad. Las razones para estas diferencias no están claras, pero los resultados de algunos estudios sugieren que los PUFA pueden modificar la flora intestinal en pollos (Knarre-

borg et al., 2002) y en humanos (Thompson y Spiller, 1995) que alterarían la producción de AGV. En general, se observaron pocas diferencias en el perfil de AGV, aunque las proporciones molares de butírico y otros AGV fueron mayores ($P=0,025$ y $0,037$, respectivamente) en el grupo PUFA que en el control. De acuerdo con resultados de otros autores (Gidenne y Bellier, 2000), al avanzar la edad de los gazapos se observó una disminución de la proporción de acético y un aumento de la proporción de butírico.

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la longitud de las vellosidades intestinales del íleon ($501 \pm 17,8 \mu\text{m}$ y $450 \pm 26,3 \mu\text{m}$; $P=0,989$) y ($471 \pm 28,9 \mu\text{m}$ y $480 \pm 19,1 \mu\text{m}$; $P=0,788$) para CON y PUFA a los 47 y 62 días, respectivamente. Tampoco en la profundidad de sus correspondientes criptas ($131 \pm 2,9 \mu\text{m}$ y $131 \pm 5,1 \mu\text{m}$; $P=0,105$) y ($138 \pm 3,3 \mu\text{m}$ y $146 \pm 5,3 \mu\text{m}$; $P=0,201$) que fueron similares a las descritas por otros autores (Carabaño et al., 2010).

En resumen, la inclusión de ácidos grasos poliinsaturados n-3 en el pienso de gazapos de engorde no produjo mejoras en los parámetros productivos, pero aumentó la concentración de AGV en el ciego de los gazapos, lo que podría indicar que provocó cambios en la población microbiana cecal. Las ventajas de la utilización de este tipo de suplementos pueden venir dadas por el enriquecimiento en ácidos grasos de alta calidad nutricional en la canal del animal y por su consiguiente revalorización en el mercado como alimento funcional.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto de investigación AGL2011-23822.

Bibliografía

- Calder P.C. 2006. *n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. American Journal of Clinical Nutrition*, 83(suppl): 1505S-1519S.
- Carabano R., Piquer J., Menoyo D., Badiola I. 2010. *The Digestive System of the Rabbit. En Nutrition of the Rabbit, 2nd Edition. DeBlas, C and Wiseman, J eds. CABI Publishing-C A B Int, CABI Publishing, Wallingford OX10 8DE, Oxon, UK.*
- Carro D.M., Miller E.L. 1999. *Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an in vitro semi-continuous culture system (RUSITEC). British Journal of Nutrition*, 82:149-157.
- Casado C., Moya V.J., Pascual J.J., Blas E., Cervera C. 2013. *Dietary fatty acid profile: effects on caecal fermentation and performance of young and fattening rabbits. World Rabbit Science*, 21:235-242.
- Gidenne T., Bellier R. 2000. *Use of digestible fibre in replacement to available carbohydrates. Effect on digestion, rate of passage and caecal fermentation pattern during the growth of the rabbit. Livestock Production Science*, 63:141-152.
- Hampson D.J. 1986. *Alteration in piglet small intestinal structure at weaning. Research in Veterinary Science*, 40:32-40.
- Knarreborg A., Simon M.A., Engberg R.M., Jensen B.B., Tannock G.W. 2002. *Effects of dietary fat source and subtherapeutic levels of antibiotic on the bacterial community in the ileum of broiler chickens at various ages. Applied and Environmental Microbiology*, 68:5918-5924.
- Muguerza M.A., García I., Eguinoa P. 2008. *Efecto de la densidad de conejos sobre los resultados técnicoeconómicos. Navarra Agraria, Nov-Dic*: 33-38.
- Thompson L., Spiller R.C. 1995. *Impact of polyunsaturated fatty acids on human colonic bacterial metabolism: An in vitro and in vivo study. British Journal of Nutrition*, 74:733-741.
- Treble T.M., Wootton S.A., Miles E.A., Mullee M., Arden N.K., Ballinger A.B., Stroud M.A., Burdge G.C., Calder P.C. 2003. *Prostaglandin E2 production and T-cell function after fish-oil supplementation: response to antioxidant co-supplementation. American Journal of Clinical Nutrition*, 78:376-82.